

# VEHICLE ATTITUDE CONTROL DEVICE

Publication number: JP2002002517

Publication date: 2002-01-09

Inventor: NISHIZAKI KATSUTOSHI; NAKANO SHIRO; SEGAWA MASAYA; HAYAMA RYOHEI; KATO KAZUHIRO

Applicant: KOYO SEIKO CO; SUMITOMO DENKO BRAKE SYSTEMS K

Classification:

- International: B60T8/1755; B60T8/24; B60T8/58; B60W10/00; B60W10/08; B60W10/18; B60W10/20; B62D5/04; B62D6/00; B62D101/00; B62D113/00; B62D119/00; B62D137/00; B60T8/17; B60T8/24; B60T8/58; B60W10/00; B60W10/08; B60W10/18; B60W10/20; B62D5/04; B62D6/00; (IPC1-7): B62D6/00; B60K41/00; B60T8/58; B62D5/04; B62D101/00; B62D113/00; B62D119/00; B62D137/00

- European: B60T8/1755; B60T8/24; B60T8/58; B62D6/00D2

Application number: JP20000186381 20000621

Priority number(s): JP20000186381 20000621

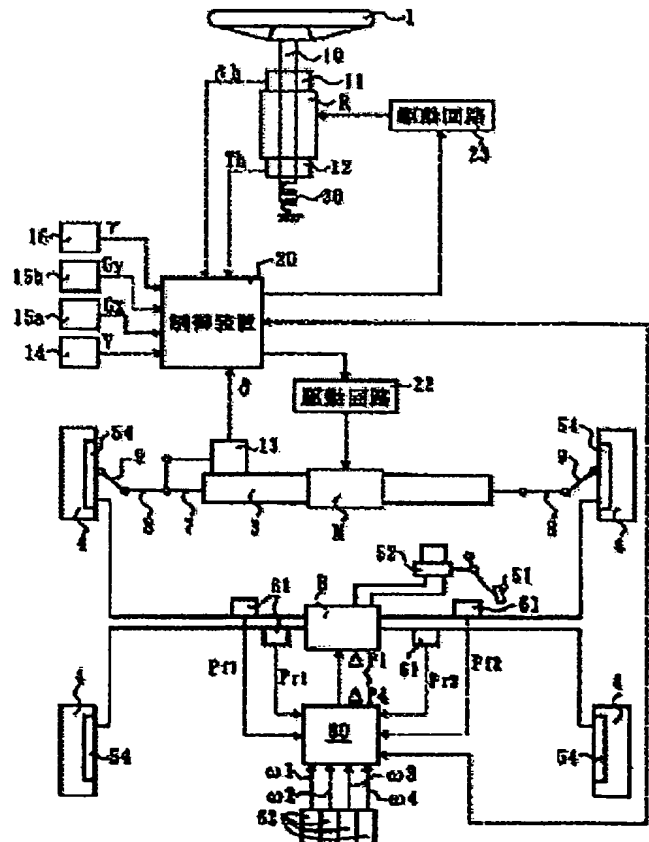
Also published as:

US6470250 (B2)  
US2001056317 (A1)  
FR2810616 (A1)  
DE10128675 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP2002002517

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To stabilize the behavior of a vehicle by controlling the steering angle and the braking force in the vehicle in an understeer condition. **SOLUTION:** The steering correction behavior index is determined so that the difference between the target behavior index of the vehicle and the steering correction behavior index becomes small when the instability index correlated to the understeer degree is increased, and the steering correction behavior index is equal to the behavior index when the target behavior index is equal to the behavior index. The braking correction behavior index is determined so that the difference between the target behavior index and the braking correction behavior index is increased when the instability index is increased, and the braking correction behavior index is equal to the behavior index when the target behavior index is equal to the behavior index. In the understeer condition, a steering actuator M and the braking force are controlled so that the steering correction behavior index and the braking correction behavior index follow the target behavior index.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-2517

(P 2 0 0 2 - 2 5 1 7 A)

(43) 公開日 平成14年 1 月 9 日 (2002. 1. 9)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B62D 6/00		B62D 6/00	3D032
B60K 41/00		B60K 41/00	3D033
	301		301 F 3D041
			301 G 3D046
B60T 8/58	ZYW	B60T 8/58	ZYW F
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全15頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-186381 (P 2000-186381)

(22) 出願日 平成12年 6 月 21 日 (2000. 6. 21)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

(71) 出願人 599111172

住友電工ブレーキシステムズ株式会社

三重県久居市新家町 530 番地の 1

(72) 発明者 西崎 勝利

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

光洋精工株式会社内

(74) 代理人 100095429

弁理士 根本 進

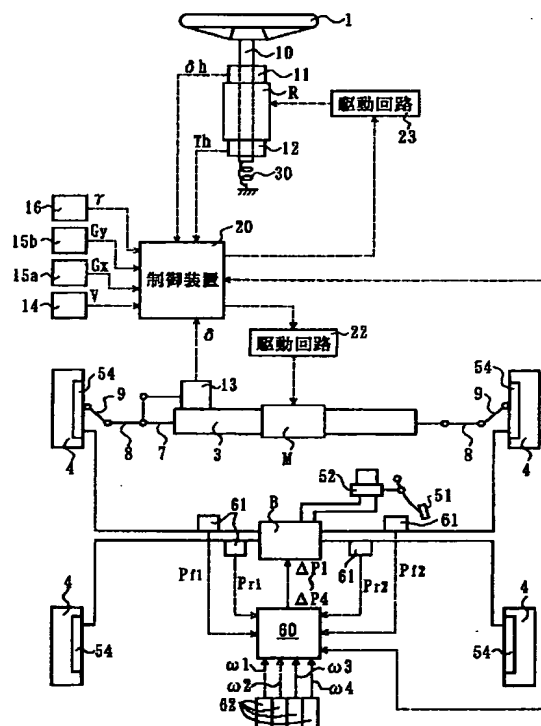
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の姿勢制御装置

(57) 【要約】

【課題】 アンダーステア状態の車両において舵角と制動力を制御して車両挙動の安定化を図る。

【解決手段】 アンダーステアの程度に相関する不安定指標値が大きくなると車両の目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は操舵用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるよう操舵用修正挙動指標値を定める。不安定指標値が大きくなると目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が大きくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は制動用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるように制動用修正挙動指標値を定める。アンダーステア状態でない時は挙動指標値が目標挙動指標値に追従し、アンダーステア状態である時は操舵用修正挙動指標値と制動用修正挙動指標値が目標挙動指標値に追従するように操舵用アクチュエータ M と制動力を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】操作部材と、その操作部材の操作に応じて駆動される操舵用アクチュエータと、その操舵用アクチュエータの動きに応じて舵角が変化するように、その動きを車輪に伝達する機構と、舵角変化に基づく車両の挙動変化に対応する挙動指標値を求める手段と、その操作部材の操作量を求める手段と、その求めた操作量に応じた目標挙動指標値を、その操作量と目標挙動指標値との間の記憶した関係に基づき求める手段と、車両がアンダーステア状態か否かを判断する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、前記操舵用アクチュエータを制御する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、車輪の制動力を制御する手段と、そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と操舵用修正挙動指標値との間の、予め定めた第 1 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 1 の関係とに基づき、その操舵用修正挙動指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と制動用修正挙動指標値との間の、予め定めた第 2 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 2 の関係とに基づき、その制動用修正挙動指標値を求める手段とを備え、その第 1 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は操舵用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるように定められ、その第 2 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が大きくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は制動用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるように定められ、車両がアンダーステア状態である時、前記挙動指標値に代えて前記操舵用修正挙動指標値が目標挙動指標値に追従するように前記操舵用アクチュエータが制御され、且つ、前記挙動指標値に代えて前記制動用修正挙動指標値が目標挙動指標値に追従するように前記制動力が制御されることを特徴とする車両の姿勢制御装置。

【請求項 2】前記不安定指標値として車輪横すべり角が求められ、その車輪横すべり角の大きさが予め定めた設定値以上である時、目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が零とされ、その車輪横すべり角の大きさの予め定めた設定値は、車輪の横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の大きさの最大値以下とされている請求項 1 に記載の車両の姿勢制御装置。

【請求項 3】その車輪横すべり角の大きさが零である時、目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が零とされる請求項 2 に記載の車両の姿勢制御装置。

【請求項 4】操作部材と、その操作部材の操作に応じて駆動される操舵用アクチュエータと、その操舵用アクチュエータの動きに応じて舵角が変化するように、その動きを車輪に伝達する機構と、舵角変化に基づく車両の挙動変化に対応する挙動指標値を求める手段と、その操作部材の操作量を求める手段と、その求めた操作量に応じた目標挙動指標値を、その操作量と目標挙動指標値との間の記憶した関係に基づき求める手段と、車両がアンダーステア状態か否かを判断する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、前記操舵用アクチュエータを制御する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、車輪の制動力を制御する手段と、そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と操舵用修正目標挙動指標値との間の、予め定めた第 1 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 1 の関係とに基づき、その操舵用修正目標挙動指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と制動用修正目標挙動指標値との間の、予め定めた第 2 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 2 の関係とに基づき、その制動用修正目標挙動指標値を求める手段とを備え、その第 1 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は操舵用修正目標挙動指標値が目標挙動指標値に等しくなるように定められ、その第 2 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が大きくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は制動用修正目標挙動指標値が目標挙動指標値に等しくなるように定められ、車両がアンダーステア状態である時、前記目標挙動指標値に代えて前記操舵用修正目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように前記操舵用アクチュエータが制御され、且つ、前記目標挙動指標値に代えて前記制動用修正目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように前記制動力が制御されることを特徴とする車両の姿勢制御装置。

【請求項 5】前記不安定指標値として車輪横すべり角が求められ、その車輪横すべり角の大きさが予め定めた設定値以上である時、操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が零とされ、その車輪横すべり角の大きさの予め定めた設定値は、車輪の横すべり角とコーナリン

グフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の大きさの最大値以下とされている請求項 4 に記載の車両の姿勢制御装置。

【請求項 6】その車輪横すべり角の大きさが零である時、制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が零とされる請求項 5 に記載の車両の姿勢制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両挙動の安定化を図ることができる車両の姿勢制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】車両がアンダーステア状態やオーバーステア状態になった時に、車輪に作用する制動力を制御することで車両姿勢の安定化を図ることが行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、アンダーステア状態を解消するために舵角を過度に増大させると、車輪の横滑り角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持することができなくなり、上記のように制動力を制御しても車両挙動を安定化させることができなくなる。

【0004】本発明は、上記問題を解決することのできる車両の姿勢制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の車両の姿勢制御装置は、操作部材と、その操作部材の操作に応じて駆動される操舵用アクチュエータと、その操舵用アクチュエータの動きに応じて舵角が変化するように、その動きを車輪に伝達する機構と、舵角変化に基づく車両の挙動変化に対応する挙動指標値を求める手段と、その操作部材の操作量を求める手段と、その求めた操作量に応じた目標挙動指標値を、その操作量と目標挙動指標値との間の記憶した関係に基づき求める手段と、車両がアンダーステア状態か否かを判断する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、前記操舵用アクチュエータを制御する手段と、車両がアンダーステア状態でない時、その目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように、車輪の制動力を制御する手段と、そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値を求める手段とを備える。

【0006】本件第 1 発明は、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と操舵用修正挙動指標値との間の、予め定めた第 1 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 1 の関係とに基づき、その操舵用修正挙動指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と制動用修正挙動指標値との間の、予め定めた第 2 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 2 の関

係とに基づき、その制動用修正挙動指標値を求める手段とを備え、その第 1 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は操舵用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるように定められ、その第 2 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が大きくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は制動用修正挙動指標値が挙動指標値に等しくなるように定められ、車両がアンダーステア状態である時、前記挙動指標値に代えて前記操舵用修正挙動指標値が目標挙動指標値に追従するように前記操舵用アクチュエータが制御され、且つ、前記挙動指標値に代えて前記制動用修正挙動指標値が目標挙動指標値に追従するように前記制動力が制御されることを特徴とする。

【0007】本件第 2 発明は、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と操舵用修正目標挙動指標値との間の、予め定めた第 1 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 1 の関係とに基づき、その操舵用修正目標挙動指標値を求める手段と、挙動指標値と目標挙動指標値と不安定指標値と制動用修正目標挙動指標値との間の、予め定めた第 2 の関係を記憶する手段と、その求めた挙動指標値と、その求めた目標挙動指標値と、その求めた不安定指標値と、その記憶した第 2 の関係とに基づき、その制動用修正目標挙動指標値を求める手段とを備え、その第 1 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は操舵用修正目標挙動指標値が目標挙動指標値に等しくなるように定められ、その第 2 の関係は、不安定指標値の大きさが予め定めた設定値まで増加する程に制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が大きくなり、且つ、目標挙動指標値と挙動指標値とが等しい時は制動用修正目標挙動指標値が目標挙動指標値に等しくなるように定められ、車両がアンダーステア状態である時、前記目標挙動指標値に代えて前記操舵用修正目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように前記操舵用アクチュエータが制御され、且つ、前記目標挙動指標値に代えて前記制動用修正目標挙動指標値に挙動指標値が追従するように前記制動力が制御されることを特徴とする。

【0008】本件各発明の構成によれば、車両がアンダーステア状態でない場合には、操作部材の操作量に応じた車両の目標挙動指標値と求めた挙動指標値との偏差を低減するように、操舵用アクチュエータと車輪の制動力とが制御され、車両挙動が安定化される。本件第 1 発明の構成によれば、車両がアンダーステア状態である時、

その挙動指標値に代えて操舵用修正挙動指標値と目標挙動指標値との偏差を低減するように操舵用アクチュエータが制御され、且つ、その挙動指標値に代えて制動用修正挙動指標値と目標挙動指標値との偏差を低減するように制動力が制御される。そのアンダーステアの状態が大きくなると、目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が大きくなる。本件第2発明の構成によれば、車両がアンダーステア状態である時、その目標挙動指標値に代えて操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差を低減するように操舵用アクチュエータが制御され、且つ、その目標挙動指標値に代えて制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差を低減するように制動力が制御される。そのアンダーステアの状態が大きくなると、操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が小さくなり、且つ、制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が大きくなる。よって、本件各発明によれば、アンダーステアの状態が大きくなると、車両挙動安定化のための操舵用アクチュエータの制御量が小さくなり、制動力の制御量が増大する。これにより、アンダーステア状態において、舵角が過度に増大するのを防止でき、且つ、車両挙動を安定化させることができる。また、複雑な制御を要することなく、アンダーステアの状態が大きくなる程に車両挙動を安定化させる制動力を大きくすることができる。

【0009】本件第1発明において、前記不安定指標値として車輪横すべり角が求められ、その車輪横すべり角の大きさが予め定めた設定値以上である時、目標挙動指標値と操舵用修正挙動指標値との偏差が零とされ、その車輪横すべり角の大きさの予め定めた設定値は、車輪の横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の大きさの最大値以下とされているのが好ましい。本件第2発明において、前記不安定指標値として車輪横すべり角が求められ、その車輪横すべり角の大きさが予め定めた設定値以上である時、操舵用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が零とされ、その車輪横すべり角の大きさの予め定めた設定値は、車輪の横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の大きさの最大値以下とされているのが好ましい。これにより、アンダーステア状態において舵角が過大になるのを防止することで、車輪の横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持でき、制動力の制御により効果的に車両挙動が不安定になるのを防止できる。

【0010】さらに本件第1発明において、その車輪横すべり角の大きさが零である時、目標挙動指標値と制動用修正挙動指標値との偏差が零とされるのが好ましい。さらに本件第2発明において、その車輪横すべり角の大きさが零である時、制動用修正目標挙動指標値と挙動指標値との偏差が零とされるのが好ましい。これにより、

車輪の横滑り状態が解除されると舵角の制御のみで車両挙動の安定化を図ることができ、不必要な制御をなくして制御を簡素化できる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1～図7を参照して本発明の第1実施形態を説明する。図1に示す車両の姿勢制御装置は、ステアリングホイール（操作部材）1の回転操作に応じて駆動される操舵用アクチュエータMの動きを、そのステアリングホイール1を車輪4に機械的に連結することなく、ステアリングギヤ3により舵角が変化するように前部左右車輪4に伝達する。

【0012】その操舵用アクチュエータMは、例えば公知のブラシレスモータ等の電動モータにより構成できる。そのステアリングギヤ3は、その操舵用アクチュエータMの出力シャフトの回転運動をステアリングロッド7の直線運動に変換する運動変換機構を有する。そのステアリングロッド7の動きは、タイロッド8とナックルアーム9を介して車輪4に伝達される。このステアリングギヤ3は公知のものを用いることができ、操舵用アクチュエータMの動きにより舵角を変更できれば構成は限定されず、例えば操舵用アクチュエータMの出力シャフトにより回転駆動されるナットと、そのナットに螺合すると共にステアリングロッド7に一体化されるスクリーシャフトとを有するものにより構成できる。なお、操舵用アクチュエータMが駆動されていない状態では、車輪4がセルフアライニングトルクにより直進操舵位置に復帰できるようにホイールアラインメントが設定されている。

【0013】そのステアリングホイール1は、車体側により回転可能に支持される回転シャフト10に連結されている。そのステアリングホイール1を操作するのに要する操作反力を作用させるため、その回転シャフト10にトルクを付加する操作用アクチュエータRが設けられている。その操作用アクチュエータRは、例えば回転シャフト10と一体の出力シャフトを有するブラシレスモータ等の電動モータにより構成できる。

【0014】そのステアリングホイール1を直進操舵位置に復帰させる方向の弾力を付与する弾性部材30が設けられている。この弾性部材30は、例えば、回転シャフト10に弾力を付与するバネにより構成できる。上記操作用アクチュエータRが回転シャフト10にトルクを付加していない時、その弾力によりステアリングホイール1は直進操舵位置に復帰する。

【0015】そのステアリングホイール1の操作量として、その回転シャフト10の回転角に対応する操作角を検出する角度センサ11が設けられている。そのステアリングホイール1の操作トルクを検出するトルクセンサ12が設けられている。そのトルクセンサ12により検出されるトルクの符号から操舵方向が判断可能とされている。

【0016】車両の舵角として、そのステアリングロッド7の作動量を検出する舵角センサ13が設けられている。その舵角センサ13はポテンシオメータにより構成できる。

【0017】その角度センサ11とトルクセンサ12と舵角センサ13は、コンピューターにより構成されるステアリング系制御装置20に接続される。そのステアリング系制御装置20に、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ16と、車速を検出する速度センサ14と、前後方向加速度を検出する前後方向加速度センサ15aと、車両の横加速度を検出する横加速度センサ15bが接続されている。本実施形態では、そのヨーレートが舵角変化に基づく車両の挙動変化に対応する挙動指標値とされる。そのステアリング系制御装置20は、駆動回路22、23を介して上記操舵用アクチュエータMと操作用アクチュエータRを制御する。

【0018】車両の前後左右車輪4を制動するための油圧制動システムが設けられている。その制動システムは、ブレーキペダル51の踏力に応じた制動圧をマスターシリンダ52により発生させる。その制動圧は、制動圧制御ユニットBにより増幅されると共に各車輪4のブレーキ装置54に分配され、各ブレーキ装置54が各車輪4に制動力を作用させる。その制動圧制御ユニットBは、コンピューターにより構成される走行系制御装置60に接続される。この走行系制御装置60に、各車輪4それぞれの制動力に対応するオイルシリンダ圧 $P_{rl}$ 、 $P_{rr}$ 、 $P_{fl}$ 、 $P_{fr}$ を個別に検出する制動圧センサ61と、各車輪4それぞれの回転速度を個別に検出する車輪回転速度センサ62が接続される。その走行系制御装置60と上記ステアリング系制御装置20とは互いにデータ伝送可能に接続される。その走行系制御装置60は、その車輪回転速度センサ62により検知される各車輪4の回転速度と制動圧センサ61によるフィードバック値に応じて、制動圧を増幅すると共に分配することができるよう制動圧制御ユニットBを制御する。これにより、前後左右車輪4それぞれの制動力を個別に制御することが可能とされている。その制動圧制御ユニットBは、ブレーキペダル51の操作がなされていない場合でも、走行系制御装置60からの信号に対応する制動圧を内蔵ポンプにより発生することが可能とされている。

【0019】図2は、上記姿勢制御装置の制御構成の説明用ブロック図を示す。そのブロック図および以下の説明における記号は以下の値を示す。なお、各記号により示される値の中で、車両の左右方向に対応する方向のあるものは左右一方を向くものが正、左右他方を向くものが負とされ、また、車両の前後方向に対応する方向のあるものは前後一方を向くものが正、前後他方を向くものが負とされる。

$\delta h$  : 操作角

$\delta$  : 前輪舵角

$\delta'$  : 目標舵角

$T_h$  : 操作トルク

$T_h'$  : 目標操作トルク

$r$  : ヨーレート

$r'$  : 目標ヨーレート

$r_s$  : 操舵用修正ヨーレート

$r_b$  : 制動用修正ヨーレート

$V$  : 車速

$\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $\omega_3$ 、 $\omega_4$  : 車輪回転速度

$i_m'$  : 操舵用アクチュエータMの目標駆動電流

$i_h'$  : 操作用アクチュエータRの目標駆動電流

$i_e'$  : スロットルバルブ駆動用アクチュエータEの目標駆動電流

$P_{rl}$  : 左前輪オイルシリンダ圧

$P_{rr}$  : 右前輪オイルシリンダ圧

$P_{fl}$  : 左後輪オイルシリンダ圧

$P_{fr}$  : 右後輪オイルシリンダ圧

$\Delta P_1$ 、 $\Delta P_2$ 、 $\Delta P_3$ 、 $\Delta P_4$  : 指示制動圧

$\beta_f$  : 前輪横すべり角

$\beta_{fmax}$  : 横力最大時の前輪横すべり角

$\beta_r$  : 後輪横すべり角

$\beta$  : 車体横すべり角

$d\beta/dt$  : 車体横すべり角速度

$L$  : ホイールベース

$L_f$  : 前輪 - 車両重心間距離

$L_r$  : 後輪 - 車両重心間距離

$d$  : トレッド

$h_g$  : 車両重心高さ

$G_f$  : 前後方向加速度

$G_r$  : 横加速度

$W$  : 各車輪のタイヤ荷重

$\mu$  : 路面とタイヤとの間の摩擦係数

$F_y$  : コーナリングフォース

$K_{f0}$  : 非制動時の1車輪当たりの前輪コーナリングパワー

$K_f$  : 制動時の前輪コーナリングパワー総和

$K_{fl}$  : 制動時の左前輪コーナリングパワー

$K_{fr}$  : 制動時の右前輪コーナリングパワー

$P_f$  : 静止荷重時の前輪ロック圧力

$P_{rl}$  : 左前輪オイルシリンダ圧

$P_{rr}$  : 右前輪オイルシリンダ圧

【0020】また、 $K_1$ はステアリングホイール1の操作角 $\delta h$ に対する目標ヨーレート $r'$ のゲインであり、ステアリング系制御装置20は記憶した $r' = K_1 \cdot \delta h$ の関係と、角度センサ11により検出された操作角 $\delta h$ とから目標ヨーレート $r'$ を演算する。すなわちステアリング系制御装置20は、その操作角 $\delta h$ と目標ヨーレート $r'$ との間の予め定められた関係を表すゲイン $K_1$ を記憶し、その関係に基づき検出した操作角 $\delta h$ に応じた目標ヨーレート $r'$ を演算する。

【0021】K2は操作角 $\delta h$ に対する目標操作トルク $T_h'$ のゲインであり、 $T_h' = K2 \cdot \delta h$ の関係と角度センサ11により検出された操作角 $\delta h$ とから目標操作トルク $T_h'$ が演算される。すなわち、ステアリング系制御装置20は、その目標操作トルク $T_h'$ と操作角 $\delta h$ との間の予め定められた関係を表すゲインK2を記憶し、その関係と検出した操作角 $\delta h$ とに基づき目標操作トルク $T_h'$ を演算する。そのK2は最適な制御を行えるように調整される。なお、操作角 $\delta h$ に代えて操作トルク $T_h$ を用い、目標操作トルク $T_h'$ と操作トルク $T_h$ との関係を予め定めて記憶し、その関係と操作トルク $T_h$ とから目標操作トルク $T_h'$ を演算するようにしてもよい。

【0022】F1は、走行系制御装置60における演算部であり、車両がアンダーステア状態か否かの判断のための演算と、そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値の演算と、操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ の演算

$$\beta = \int (d\beta/dt) dt = \int (G_r / V - \gamma) dt \quad (1)$$

走行系制御装置60は、その車体横すべり角 $\beta$ に相関する値 $G_r$ 、 $V$ 、 $\gamma$ と車体横すべり角 $\beta$ との関係である演算式(1)を記憶し、その関係と検出した車体横すべり角 $\beta$ に相関する値 $G_r$ 、 $V$ 、 $\gamma$ とに基づき車体横すべり角 $\beta$ を時系列に求める。ドライバーによるステアリングホイール1の操作方向が車両の旋回方向に対応している状態では、求めたヨーレート $\gamma$ が目標ヨーレート $\gamma'$ に至っていない時はアンダーステア状態である。よって走行系制御装置60は、その求めたヨーレート $\gamma$ が目標ヨーレート $\gamma'$ に至っておらず、且つ、そのヨーレート $\gamma$ を目標ヨーレート $\gamma'$ から離すように、求めた車体横すべり角 $\beta$ が変化している時、車両はアンダーステア状態であると判断し、また、その求めたヨーレート $\gamma$ が目標ヨーレート $\gamma'$ を超えている時、車両はオーバーステア状態であると判断する。本実施形態では、走行系制御装置60は $\delta \cdot (\gamma' - \gamma)$ と $\delta \cdot d\beta/dt$ を演算し、

$$\beta_r = \beta + L_r \cdot \gamma / V - \delta$$

すなわち、前輪横すべり角 $\beta_r$ に相関する値として上記車体横すべり角 $\beta$ が求められると共に、挙動指標値であるヨーレート $\gamma$ を含む値、本実施形態ではヨーレート $\gamma$ 、車速 $V$ 、舵角 $\delta$ が検出され、その前輪横すべり角 $\beta_r$ に相関する値 $\beta$ 、 $V$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ と前輪横すべり角 $\beta_r$ との関係である予め求められた演算式(2)が走行系制御装置60に記憶され、その関係と前輪横すべり角 $\beta_r$ に

$$\beta_r = \beta - L_r \cdot \gamma / V$$

【0025】走行系制御装置60は、そのヨーレート $\gamma$ と目標ヨーレート $\gamma'$ と前輪横すべり角 $\beta_r$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との間の、予め定めた第1の関係を記憶し、求めたヨーレート $\gamma$ と、求めた目標ヨーレート $\gamma'$ と、求めた前輪横すべり角 $\beta_r$ と、その記憶した第1の関係をに基づき、その操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ を求める。その第1の関係は、前輪横すべり角 $\beta_r$ の大きさ

と、制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ の演算とを行う。

【0023】すなわち、図3において矢印40で示す方向に車速 $V$ で旋回する車両100に、矢印41で示す方向に作用する横加速度 $G_r$ と、矢印42で示す方向に作用するヨーレート $\gamma$ との関係は、車両100が定常旋回状態であるとみなすと近似的に $\gamma = G_r / V$ である。また、図4の(1)に示すようにオーバーステア状態の横すべりした車両100や、図4の(2)に示すようにアンダーステア状態の横すべりした車両100において、その車両100の前後方向に沿う1点鎖線で示す車体中心線と、横すべりがなかった場合に車両100が進行する破線で示す方向とがなす角度が車体横すべり角 $\beta$ とされる。その車体横すべり角 $\beta$ の変化速度 $d\beta/dt$ は近似的に $(G_r / V - \gamma)$ により求められるので、その車体横すべり角 $\beta$ は以下の式(1)に示すように $(G_r / V - \gamma)$ の時間積分値により近似的に求められる。

その $\delta \cdot (\gamma' - \gamma)$ が正であり、且つ、 $\delta \cdot d\beta/dt$ が正であるか否かを判断する。その $\delta \cdot (\gamma' - \gamma)$ が正であり、且つ、 $\delta \cdot d\beta/dt$ が正であれば、車両100に作用する実際のヨーレート $\gamma$ が目標ヨーレート $\gamma'$ に至っておらず、且つ、その車体横すべり角 $\beta$ の絶対値が増加中であるから、車両100はアンダーステア状態であると判断する。また、その $\delta \cdot (\gamma' - \gamma)$ が負である場合、あるいは、その $\delta \cdot (\gamma' - \gamma)$ が正であって、且つ、 $\delta \cdot d\beta/dt$ が負であれば、車両100はオーバーステア状態であると判断する。

【0024】そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値として、本実施形態では走行系制御装置60は前輪横すべり角 $\beta_r$ を演算する。車体横すべり角 $\beta$ 、前輪・重心間距離 $L_r$ 、車速 $V$ 、前輪舵角 $\delta$ により、前輪横すべり角 $\beta_r$ は以下の式(2)により求められる。

$$(2)$$

相関する値とに基づき走行系制御装置60は前輪横すべり角 $\beta_r$ を求める。なお、前輪横すべり角 $\beta_r$ に代えて後輪横すべり角 $\beta$ を不安定指標値としてもよく、この場合は、車体横すべり角 $\beta$ 、後輪・重心間距離 $L_r$ 、車速 $V$ 、前輪舵角 $\delta$ により以下の式(3)により演算される。

$$(3)$$

$|\beta_r|$ が予め定めた設定値まで増加する程に目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との偏差が小さくなり、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ とが等しい時は操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ がヨーレート $\gamma$ に等しくなるように定められる。本実施形態では、以下の式(4)および図5に示すように、前輪横すべり角 $\beta_r$ の大きさ $|\beta_r|$ が予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ までは、そ

の操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ は前輪横すべり角 $\beta_f$ の1次関数とされ、その予め定めた設定値 $\beta_{...}$ 以上である

$$\gamma_s = 2|\beta_f|(\gamma' - \gamma)/\beta_{...} + 2\gamma - \gamma' \quad (4)$$

【0026】走行系制御装置60は、そのヨーレート $\gamma$ と目標ヨーレート $\gamma'$ と前輪横すべり角 $\beta_f$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ との間の、予め定めた第2の関係を記憶し、求めたヨーレート $\gamma$ と、求めた目標ヨーレート $\gamma'$ と、求めた前輪横すべり角 $\beta_f$ と、その記憶した第2の関数とに基づき、その制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ を求める。その第2の関数は、前輪横すべり角 $\beta_f$ の大きさ

$$|\beta_f| \text{ が予め定めた設定値まで増加する程に目標ヨーレート } \gamma' \text{ と制動用修正ヨーレート } \gamma_b \text{ との偏差が大き}$$

【0027】その予め定めた設定値 $\beta_{...}$ は、前輪横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の最大値以下とされ、本実施形態では横力最大時の前輪横すべり角とされている。前輪横すべり角 $\beta_f$ は前輪のタイヤと路面との間の摩擦係数 $\mu$ に相関し、図6に示すように、コーナリングフォー

$$\tan(\beta_{f...}) = 3\mu \cdot W/K_f$$

ここで、制動時の前輪コーナリングパワー総和 $K_f$ は、制動時の左右前輪のコーナリングパワー $K_{f1}$ 、 $K_{f2}$ の和であって $K_{f1} + K_{f2} = K_f$ により求められ、制動時の左

$$K_{f1} = \mu \cdot K_{f0} \cdot [ \{ 1 - (G_1 / 2L + G_r / 2d) \cdot h_g \}^2 - (P_{r1} / \mu \cdot P_r) ]^{1/2} \quad (7)$$

$$K_{f2} = \mu \cdot K_{f0} \cdot [ \{ 1 - (G_1 / 2L - G_r / 2d) \cdot h_g \}^2 - (P_{r2} / \mu \cdot P_r) ]^{1/2} \quad (8)$$

その非制動時の1車輪当たりの前輪コーナリングパワー $K_{f0}$ 、静止荷重時の前輪ロック圧力 $P_r$ は、予め定めて走行系制御装置60に記憶すればよい。その摩擦係数 $\mu$ は、例えば車速と車輪速と路面摩擦係数との間の関係を予め求めて走行系制御装置60に記憶させ、その記憶した関係と速度センサ14により検出した車速 $V$ と車輪速センサ62により検出した車輪速 $\omega_1 \sim \omega_4$ とから求める。

【0028】その前輪横すべり角 $\beta_f$ の大きさ $|\beta_f|$ が予め定めた設定値 $\beta_{...}$ 以上である時、目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との偏差が最小とされ、本実施形態では操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ と目標ヨーレート $\gamma'$ とが互いに等しい値とされることで、その偏差は零とされている。その前輪横すべり角 $\beta_f$ の大きさ $|\beta_f|$ が零である時、目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ との偏差が最小とされ、本実施形態ではその偏差は零とされている。

【0029】図2において、 $G_1$ は目標ヨーレート $\gamma'$ と車両100のヨーレート $\gamma$ との偏差に対する目標舵角 $\delta'$ の伝達関数である。車両がアンダーステア状態でない時、ステアリング系制御装置20は記憶した $\delta' = G_1 \cdot (\gamma' - \gamma)$ の関数と、演算した目標ヨーレート $\gamma'$ と、ヨーレートセンサ16より検出したヨーレート $\gamma$

時は操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ は目標ヨーレート $\gamma'$ と等しくされる。

くなり、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ とが等しい時は制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ がヨーレート $\gamma$ に等しくなるように定められる。本実施形態では、以下の式(5)および図5に示すように、前輪横すべり角 $\beta_f$ の大きさ $|\beta_f|$ が予め定めた設定値 $\beta_{...}$ までは、その制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ は前輪横すべり角 $\beta_f$ の1次関数とされ、その予め定めた設定値 $\beta_{...}$ 以上である時は制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ は $(2\gamma - \gamma')$ とされる。

ス $F_f$ が最大横力に対応する値 $F_{f'}$ に至る時の前輪横すべり角 $\beta_{f...}$ は、摩擦係数 $\mu$ が高い程に大きくなる。この関係に基づき $\beta_{f...}$ を求めることができ、例えば、各車輪のタイヤ荷重 $W$ 、路面とタイヤとの間の摩擦係数 $\mu$ 、制動時の前輪コーナリングパワー総和 $K_f$ から、以下の式(6)により近似的に求められる。

$$(6)$$

右前輪のコーナリングパワー $K_{f1}$ 、 $K_{f2}$ は以下の式(7)、(8)により求められる。

とから目標舵角 $\delta'$ を演算する。その伝達関数 $G_1$ は、例えばPI制御を行う場合、ゲインを $K_a$ 、ラプラス演算子を $s$ 、時定数を $T_a$ として、 $G_1 = K_a [1 + 1/(T_a \cdot s)]$ になる。そのゲイン $K_a$ 及び時定数 $T_a$ は最適な制御を行えるように調整される。車両がアンダーステア状態である時、ステアリング系制御装置20はヨーレート $\gamma$ に代えて操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ を用いて、伝達関数 $G_1$ に基づき目標舵角 $\delta'$ を演算する。すなわち $\delta' = G_1 \cdot (\gamma' - \gamma_s)$ の関数と、演算した目標ヨーレート $\gamma'$ および操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ とから目標舵角 $\delta'$ を演算する。すなわちステアリング系制御装置20は、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma' - \gamma)$ と目標舵角 $\delta'$ との間の予め定められた関係を表す伝達関数 $G_1$ を記憶し、その関係に基づき、車両がアンダーステア状態でない時は偏差 $(\gamma' - \gamma)$ に応じた目標舵角 $\delta'$ を演算し、アンダーステア状態である時は偏差 $(\gamma' - \gamma_s)$ に応じた目標舵角 $\delta'$ を演算する。本実施形態では、そのゲイン $K_a$ は車速 $V$ の関数とされ、高車速での安定性確保のために車速 $V$ の増大に伴いゲイン $K_a$ は減少するように設定される。

【0030】 $G_2$ は目標舵角 $\delta'$ と舵角 $\delta$ との偏差に対する操舵用アクチュエータ $M$ の目標駆動電流 $i_m$ の伝達関数であり、ステアリング系制御装置20は記憶した



$i m' = G 2 \cdot (\delta' - \delta)$  の関係と、演算した目標舵角  $\delta'$  と、舵角センサ 13 により検出した舵角  $\delta$  とから目標駆動電流  $i m'$  を演算する。その伝達関数  $G 2$  は、例えば P I 制御を行う場合、ゲインを  $K b$ 、ラプラス演算子を  $s$ 、時定数を  $T b$  として、 $G 2 = K b [1 + 1 / (T b \cdot s)]$  になる。そのゲイン  $K b$  及び時定数  $T b$  は最適な制御を行えるように調整される。すなわち、ステアリング系制御装置 20 は、その偏差  $(\delta' - \delta)$  と目標駆動電流  $i m'$  との間の予め定められた関係を表す伝達関数  $G 2$  を記憶し、その関係に基づき、演算した偏差  $(\delta' - \delta)$  に応じた目標駆動電流  $i m'$  を演算する。その目標駆動電流  $i m'$  が印加されることによる操舵用アクチュエータ M の作動により舵角  $\delta$  が変化する。これによりステアリング系制御装置 20 は、車両がアンダーステア状態でない時は、目標ヨーレート  $r'$  にヨーレート  $r$  が追従するように操舵用アクチュエータ M を制御し、車両がアンダーステア状態である時は、そのヨーレート  $r$  に代えて操舵用修正ヨーレート  $r s$  が目標ヨーレート  $r'$  に追従するように操舵用アクチュエータ M を制御する。

【0031】  $G 3$  は、目標操作トルク  $T h'$  と操作トルク  $T h$  との偏差に対する操作用アクチュエータ R の目標駆動電流  $i h'$  の伝達関数であり、ステアリング系制御装置 20 は記憶した  $i h' = G 3 \cdot (T h' - T h)$  の関係と、演算した目標操作トルク  $T h'$  と、トルクセンサ 12 により検出した操作トルク  $T h$  とから目標駆動電流  $i h'$  を演算する。その伝達関数  $G 3$  は、例えば P I 制御を行う場合、ゲインを  $K c$ 、ラプラス演算子を  $s$ 、時定数を  $T c$  として、 $G 3 = K c [1 + 1 / (T c \cdot s)]$  になる。そのゲイン  $K c$  および時定数  $T c$  は最適な制御を行えるように調整される。すなわちステアリング系制御装置 20 は、目標操作トルク  $T h'$  から検出した操作トルク  $T h$  を差し引いた偏差と目標駆動電流  $i h'$  との間の予め定められた関係を表す伝達関数  $G 3$  を記憶し、その関係に基づき、演算した目標操作トルク  $T h'$  と、検出した操作トルク  $T h$  とに応じた目標駆動電流  $i h'$  を演算する。その目標駆動電流  $i h'$  に応じて操作用アクチュエータ R が駆動される。

【0032】  $F 2$  は、走行系制御装置 60 における演算部であり、車両がアンダーステア状態でない時、ステアリングホイール 1 の操作量に応じて演算された上記目標ヨーレート  $r'$  とヨーレート  $r$  とのヨーレート偏差  $(r' - r)$  をなくすヨーモーメントが制動力制御により発生するように、前後左右の各車輪 4 への指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  を演算する。車両がアンダーステア状態である時、走行系制御装置 60 はヨーレート  $r$  に代えて制動用修正ヨーレート  $r b$  を用い、目標ヨーレート  $r'$  と制動用修正ヨーレート  $r b$  とのヨーレート偏差  $(r' - r b)$  をなくヨーモーメントが制動力制御により発生するように指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta$

$P 3$ 、 $\Delta P 4$  を演算する。すなわち、車両 100 を右旋回させるヨーモーメントを発生させる場合は左車輪よりも右車輪の制動圧を大きくし、車両 100 を左旋回させるヨーモーメントを発生させる場合は右車輪よりも左車輪の制動圧が大きくなるように、各指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  を演算する。各指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  は制動圧センサ 61 により検出されたホイールシリンダ圧  $P_{r1}$ 、 $P_{r2}$ 、 $P_{r3}$ 、 $P_{r4}$  からの偏差として求められる。すなわち走行系制御装置 60 は、ヨーレート偏差と、各車輪 4 の指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  と、各車輪 4 の車輪回転速度  $\omega 1 \sim \omega 4$  との関係と、その記憶した関係と、制動圧センサ 61 により検出したホイールシリンダ圧  $P_{r1}$ 、 $P_{r2}$ 、 $P_{r3}$ 、 $P_{r4}$  と、車輪回転速度センサ 62 により検出した車輪回転速度  $\omega 1$ 、 $\omega 2$ 、 $\omega 3$ 、 $\omega 4$  と、アンダーステア状態でない時はヨーレート偏差  $(r' - r)$ 、アンダーステア状態である時はヨーレート偏差  $(r' - r b)$  とから、指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  を演算する。その演算された指示制動圧  $\Delta P 1$ 、 $\Delta P 2$ 、 $\Delta P 3$ 、 $\Delta P 4$  に応じて制動圧制御ユニット B が車輪 4 の制動力を変化させることで、各車輪 4 の制動力が制御される。これにより走行系制御装置 60 は、車両がアンダーステア状態でない時は、目標ヨーレート  $r'$  にヨーレート  $r$  が追従するように車輪 4 の制動力を制御し、車両がアンダーステア状態である時は、そのヨーレート  $r$  に代えて制動用修正ヨーレート  $r b$  が目標ヨーレート  $r'$  に追従するように車輪 4 の制動力を制御する。

【0033】 図 7 のフローチャートを参照して上記構成の制御手順を説明する。まず、各センサ 11 ~ 16、61、62 による検出データが読み込まれる (ステップ 1)。次に、操作用アクチュエータ R の目標駆動電流  $i h'$  がゲイン  $K 2$ 、伝達関数  $G 3$  に基づき求められ (ステップ 2)、その目標駆動電流  $i h'$  が印加されることで操作用アクチュエータ R が制御される。次に目標ヨーレート  $r'$  がゲイン  $K 1$  に基づき求められる (ステップ 3)。次に、車両がアンダーステア状態か否かが判断され (ステップ 4)、アンダーステア状態であれば操舵用修正ヨーレート  $r s$  と制動用修正ヨーレート  $r b$  を演算して記憶する (ステップ 5)。車両がアンダーステア状態でない場合は目標ヨーレート  $r'$  と検出されたヨーレート  $r$  との偏差  $(r' - r)$  に応じて伝達関数  $G 1$  に基づき目標舵角  $\delta'$  が演算され、車両がアンダーステア状態である時は目標ヨーレート  $r'$  と求められた操舵用修正ヨーレート  $r s$  との偏差  $(r' - r s)$  に応じて伝達関数  $G 1$  に基づき目標舵角  $\delta'$  が演算される (ステップ 6)。その目標舵角  $\delta'$  から舵角  $\delta$  を差し引いた偏差が零になるように、伝達関数  $G 2$  に基づき操舵用アクチュエータ M の目標駆動電流  $i m'$  が求められる (ステップ 7)。その目標駆動電流  $i m'$  が印加されることで、操

舵用アクチュエータMが舵角変化を生じるように制御される。車両がアンダーステア状態でない時は目標ヨーレート $\gamma'$ と検出されたヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma' - \gamma)$ を低減するヨーモーメントが制動力制御により発生し、車両がアンダーステア状態である時は目標ヨーレート $\gamma'$ と演算された制動用修正ヨーレート $\gamma b$ との偏差 $(\gamma' - \gamma b)$ を低減するヨーモーメントが制動力制御により発生するように、各車輪4の指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する(ステップ8)。その演算された指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ に応じて制動圧制御ユニットBが車輪4の制動力を変化させるように制御される。次に、制御を終了するか否かを判断し(ステップ9)、終了しない場合はステップ1に戻る。その終了判断は、例えば車両の始動用キースイッチがオンか否かにより判断できる。

【0034】図8、図9は本発明の第2実施形態を示し、上記実施形態と同様部分は同一符号で示す。上記第1実施形態との相違は、走行系制御装置60における演算部F1に代えて、演算部F1'において、車両がアンダーステア状態か否かの判断のための演算と、そのアンダーステアの程度に相関する不安定指標値としての前輪横すべり角 $\beta_1$ の演算と、操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$

$$\gamma s' = -2|\beta_1|(\gamma' - \gamma) / \beta_{\dots} + 2\gamma' - \gamma \quad (9)$$

【0036】走行系制御装置60は予め定めた第2の関係として、そのヨーレート $\gamma$ と目標ヨーレート $\gamma'$ と前輪横すべり角 $\beta_1$ と制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ との間の関係を記憶し、求めたヨーレート $\gamma$ と、求めた目標ヨーレート $\gamma'$ と、求めた前輪横すべり角 $\beta_1$ と、その記憶した第2の関係とに基づき、その制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ を求める。その第2の関係は、前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が予め定めた設定値まで増加する程にヨーレート $\gamma$ と制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$

$$\gamma b' = 2|\beta_1|(\gamma' - \gamma) / \beta_{\dots} + \gamma \quad (10)$$

【0037】式(9)、(10)における予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ は、第1実施形態と同様に前輪横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持し得る車輪横すべり角の最大値以下とされ、本実施形態では横力最大時の前輪横すべり角とされている。

【0038】その前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ 以上である時、操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が最小とされ、本実施形態では操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ とが互いに等しい値とされることで、その偏差は零とされている。その前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が零である時、制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が最小とされ、本実施形態ではその偏差は零とされている。

【0039】車両がアンダーステア状態でない時、ステアリング系制御装置20は第1実施形態と同様に記憶した $\delta' = G1 \cdot (\gamma' - \gamma)$ の関係と、演算した目標ヨ

$s'$ の演算と、制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ の演算とを行う。そのアンダーステア状態か否かの判断と前輪横すべり角 $\beta_1$ の演算とは第1実施形態と同様に行う。

【0035】その走行系制御装置60は予め定めた第1の関係として、ヨーレート $\gamma$ と目標ヨーレート $\gamma'$ と前輪横すべり角 $\beta_1$ と操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ との間の関係を記憶し、求めたヨーレート $\gamma$ と、求めた目標ヨーレート $\gamma'$ と、求めた前輪横すべり角 $\beta_1$ と、その記憶した第1の関係とに基づき、その操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ を求める。その第1の関係は、前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が予め定めた設定値まで増加する程にヨーレート $\gamma$ と操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ との偏差が小さくなり、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ とが等しい時は操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ が目標ヨーレート $\gamma'$ に等しくなるように定められる。本実施形態では、以下の式(9)および図9に示すように、前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ までは、その操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ は前輪横すべり角 $\beta_1$ の1次関数とされ、その予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ 以上である時は操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ はヨーレート $\gamma$ に等しくされる。

$\gamma b'$ との偏差が大きくなり、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ とが等しい時は制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ が目標ヨーレート $\gamma'$ に等しくなるように定められる。本実施形態では、以下の式(10)および図9に示すように、前輪横すべり角 $\beta_1$ の大きさ $|\beta_1|$ が予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ までは、その制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ は前輪横すべり角 $\beta_1$ の1次関数とされ、その予め定めた設定値 $\beta_{\dots}$ 以上である時は制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ は $(2\gamma' - \gamma)$ とされる。

ーレート $\gamma'$ と、ヨーレートセンサ16より検出したヨーレート $\gamma$ とから目標舵角 $\delta'$ を演算する。車両がアンダーステア状態である時、制御装置20は目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ を用いて、 $\delta' = G1 \cdot (\gamma s' - \gamma)$ の関係と、演算した操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ および検出したヨーレート $\gamma$ とから目標舵角 $\delta'$ を演算する。すなわちステアリング系制御装置20は、目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma' - \gamma)$ と目標舵角 $\delta'$ との間の予め定められた関係を表す伝達関数G1を記憶し、その関係に基づき、車両がアンダーステア状態でない時は偏差 $(\gamma' - \gamma)$ に応じた目標舵角 $\delta'$ を演算し、アンダーステア状態である時は偏差 $(\gamma s' - \gamma)$ に応じた目標舵角 $\delta'$ を演算する。その目標舵角 $\delta'$ から舵角 $\delta$ を差し引いた偏差が零になるように、伝達関数G2に基づき求められる目標駆動電流 $i_m'$ が操舵用アクチュエータMに印加される。これによりステアリング系制御装置2

0は、車両がアンダーステア状態でない時は、目標ヨーレート $\gamma'$ にヨーレート $\gamma$ が追従するように操舵用アクチュエータMを制御し、車両がアンダーステア状態である時は、その目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ にヨーレート $\gamma$ が追従するように操舵用アクチュエータMを制御する。

【0040】また、走行系制御装置60は演算部F2'において、車両がアンダーステア状態でない時、第1実施形態と同様にステアリングホイール1の操作量に応じて演算された上記目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma' - \gamma)$ をなくすように、前後左右の各車輪4への指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する。車両がアンダーステア状態である時は、走行系制御装置60は目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ を用い、制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma b' - \gamma)$ をなくすように指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する。すなわち、アンダーステア状態でない時は偏差 $(\gamma' - \gamma)$ 、アンダーステア状態である時は偏差 $(\gamma b' - \gamma)$ を低減し、好ましくは打ち消すヨーモーメントが各車輪4の制動力制御により発生するように、各車輪4の指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する。そのため走行系制御装置60は、ヨーレート偏差と、各車輪4の指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ と、各車輪4の車輪回転速度 $\omega1 \sim \omega4$ との間の関係を記憶し、その記憶した関係と、制動圧センサ61により検出したホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ 、 $P_{r2}$ 、 $P_{r3}$ 、 $P_{r4}$ と、車輪回転速度センサ62により検出した車輪回転速度 $\omega1$ 、 $\omega2$ 、 $\omega3$ 、 $\omega4$ と、アンダーステア状態でない時はヨーレート偏差 $(\gamma' - \gamma)$ 、アンダーステア状態である時はヨーレート偏差 $(\gamma b' - \gamma)$ とから、指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する。その演算された指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ に応じて制動圧制御ユニットBが車輪4の制動力を変化させることで、各車輪4の制動力が制御される。これにより走行系制御装置60は、車両がアンダーステア状態でない時は、目標ヨーレート $\gamma'$ にヨーレート $\gamma$ が追従するように車輪4の制動力を制御し、車両がアンダーステア状態である時は、その目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ にヨーレート $\gamma$ が追従するように車輪4の制動力を制御する。

【0041】図7のフローチャートで示す第1実施形態の構成の制御手順と第2実施形態の構成の制御手順との相違は、車両がアンダーステア状態である時に、ステップ5において操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ と制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ を演算して記憶し、ステップ6において操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma s' - \gamma)$ に応じて伝達関数G1に基づき目標舵角 $\delta'$ を演算し、ステップ8において制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差 $(\gamma$

$b' - \gamma)$ を低減するヨーモーメントが制動力制御により発生するように、各車輪4の指示制動圧 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ 、 $\Delta P3$ 、 $\Delta P4$ を演算する点にある。他は上記第1実施形態と同様とされている。

【0042】上記各実施形態によれば、車両がアンダーステア状態でない時には、ステアリングホイール1の操作量に応じた車両の目標ヨーレート $\gamma'$ と検知したヨーレート $\gamma$ との偏差を低減するように、操舵用アクチュエータMと車輪の制動力とが制御され、車両挙動が安定化される。第1実施形態では車両がアンダーステア状態である時、ヨーレート $\gamma$ に代えて操舵用修正ヨーレート $\gamma s$ と目標ヨーレート $\gamma'$ との偏差を低減するように操舵用アクチュエータMが制御され、且つ、ヨーレート $\gamma$ に代えて制動用修正ヨーレート $\gamma b$ と目標ヨーレート $\gamma'$ との偏差を低減するように制動力が制御される。そのアンダーステアの程度が大きくなると、目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma s$ との偏差が小さくなり、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma b$ との偏差が大きくなる。また、第2実施形態では車両がアンダーステア状態である時、目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差を低減するように操舵用アクチュエータMが制御され、且つ、目標ヨーレート $\gamma'$ に代えて制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差を低減するように制動力が制御される。そのアンダーステアの程度が大きくなると、操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が小さくなり、且つ、制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が大きくなる。よって、アンダーステアの程度が大きくなると、車両挙動安定化のための操舵用アクチュエータMの制御量が小さくなり、制動力の制御量が増大する。これにより、アンダーステア状態において、舵角が過度に増大するのを防止でき、且つ、車両挙動を安定化させることができる。また、複雑な制御を要することなく、アンダーステアの程度が大きくなる程に車両挙動を安定化させる制動力を大きくすることができる。また、車輪4の横すべり角 $\beta_i$ の大きさが横力最大時の前輪横すべり角 $\beta_{1max}$ 以上である時、第1実施形態では目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma s$ との偏差が零とされ、第2実施形態では操舵用修正目標ヨーレート $\gamma s'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が零とされているので、アンダーステア状態において舵角が過大になるのを防止することで、車輪4の横すべり角とコーナリングフォースとが比例する線形領域を維持でき、制動力の制御により効果的に車両挙動が不安定になるのを防止できる。さらに、その車輪横すべり角 $\beta_i$ の大きさが零である時、第1実施形態では目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma b$ との偏差が零とされ、第2実施形態では制動用修正目標ヨーレート $\gamma b'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差が零とされることで、車輪4の横滑り状態が解除されると舵角の制御の

みで車両挙動の安定化を図ることができ、不必要な制御をなくして制御を簡素化できる。

【0043】上記第1実施形態の姿勢制御装置を備えた車両を、圧雪路において右旋回走行させ、ヨーレート $\gamma$ 、目標ヨーレート $\gamma'$ 、操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ 、制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ 、車速 $V$ 、舵角 $\delta$ 、右後輪のホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ 、前輪横すべり角 $\beta_f$ の時間変化を求めた。図10の(1)において、実線は検出ヨーレート $\gamma$ と車速 $V$ 、二点鎖線は目標ヨーレート $\gamma'$ 、一点鎖線は操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ 、破線は制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ の時間変化を示し、図10の(2)において、実線は舵角 $\delta$ 、一点鎖線は右後輪のホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ の時間変化を示し、図10の(3)において、実線は前輪横すべり角 $\beta_f$ の時間変化を示す。車速は時間 $t_a$ までは $8.33\text{m/s}$ で一定とし、時間 $t_a$ から時間 $t_b$ の間で徐々に加速後に徐々に減速して再び $8.33\text{m/s}$ とし、時間 $t_b$ から時間 $t_c$ の間では一定とし、時間 $t_c$ から急加速を行った。また、横力最大時の前輪横すべり角 $\beta_{fmax}$ は $0.384\text{rad}$ とした。時間 $t_a$ まではアンダーステア状態ではないと判断され、舵角 $\delta$ を変化させる操舵用アクチュエータ $M$ とホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ は目標ヨーレート $\gamma'$ とヨーレート $\gamma$ との偏差に応じて制御され、偏差 $(\gamma' - \gamma)$ が小さいことからホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ は変化せず、舵角 $\delta$ のみが変化する。時間 $t_a$ から以後はアンダーステア状態であると判断され、舵角 $\delta$ を変化させる操舵用アクチュエータ $M$ は目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_s)$ に応じて制御され、ホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ は目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_b)$ に応じて制御される。時間 $t_a$ から時間 $t_b$ までの間は前輪横すべり角 $\beta_f$ が小さいことから、目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_s)$ に応じた舵角 $\delta$ の変化が大きく、目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_b)$ に応じたホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ の制御は行われない。なお、時間 $t_b$ において、前輪横すべり角 $\beta_f$ は横力最大時の前輪横すべり角 $\beta_{fmax}$ の $1/2$ となり、上記式(4)、(5)により示される通り、ヨーレート $\gamma$ が操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ とに一致する。時間 $t_b$ と時間 $t_c$ の間では加速が行われないため、舵角 $\delta$ は殆ど変化せず、ホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ の制御は行われない。時間 $t_c$ からは前輪横すべり角 $\beta_f$ が横力最大時の前輪横すべり角 $\beta_{fmax}$ 以上になることで、目標ヨーレート $\gamma'$ と制動用修正ヨーレート $\gamma_b$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_b)$ に応じたホイールシリンダ圧 $P_{r1}$ の制御量が大きくされ、目標ヨーレート $\gamma'$ と操舵用修正ヨーレート $\gamma_s$ との偏差 $(\gamma' - \gamma_s)$ に応じた操舵用アクチュエータ $M$ の制御は行わ

れない。

【0044】本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、挙動指標値として横加速度を採用したり、不安定指標値として車体の横滑り角を採用してもよい。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、アンダーステア状態の車両において、舵角と制動力の双方を複雑な制御システムを要することなく統合して制御することで車両挙動の安定化を図ることができる車両の姿勢制御装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の車両の姿勢制御装置の構成説明図

【図2】本発明の第1実施形態の車両の姿勢制御装置の制御ブロック図

【図3】定常円旋回状態の車両状態を示す図

【図4】(1)はオーバーステア状態の横すべりした車両を示す図、(2)はアンダーステア状態の横すべりした車両を示す図

【図5】本発明の第1実施形態の車両の姿勢制御装置における前輪横すべり角と操舵用修正ヨーレートと制動用修正ヨーレートとの関係を示す図

【図6】前輪横すべり角とコーナリングフォースとの関係を示す図

【図7】本発明の第1実施形態の車両の姿勢制御装置における制御手順を示すフローチャート

【図8】本発明の第2実施形態の車両の姿勢制御装置の制御ブロック図

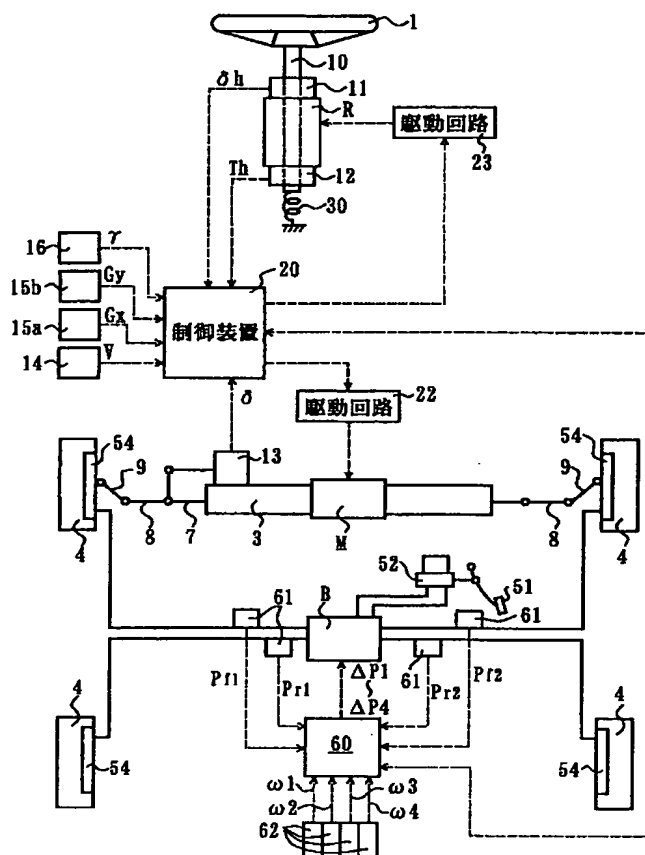
【図9】本発明の第2実施形態の車両の姿勢制御装置における前輪横すべり角と操舵用修正目標ヨーレートと制動用修正目標ヨーレートとの関係を示す図

【図10】本発明の第1実施形態の姿勢制御装置を備える車両を走行させた時の(1)はヨーレート、目標ヨーレート、操舵用修正ヨーレート、制動用修正ヨーレート、車速の時間変化を示す図、(2)は舵角と右後輪のホイールシリンダ圧の時間変化を示す図、(3)は前輪横すべり角の時間変化を示す図

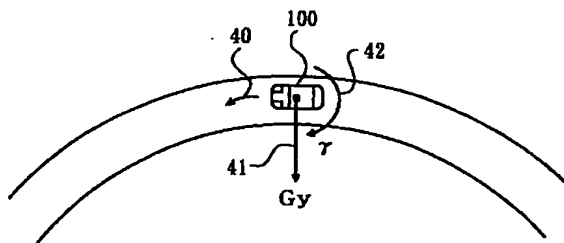
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 3 ステアリングギヤ
- 4 車輪
- 11 角度センサ
- 13 舵角センサ
- 16 ヨーレートセンサ
- 20 ステアリング系制御装置
- 60 走行系制御装置
- B 制動圧制御ユニット
- M 操舵用アクチュエータ

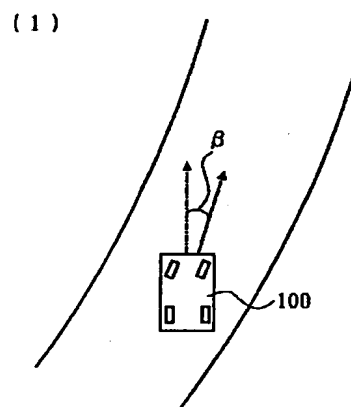
【図 1】



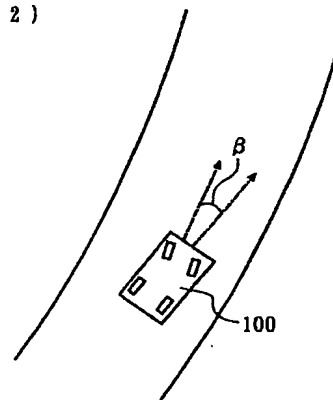
【図 3】



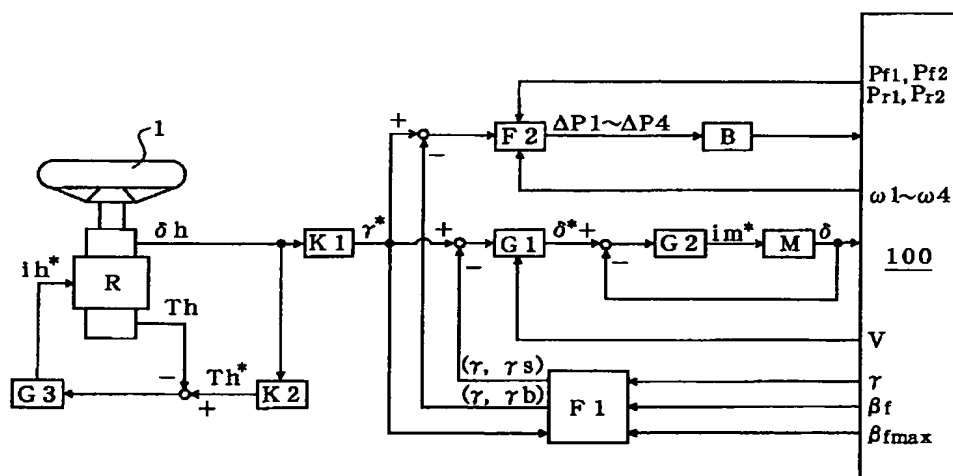
【図4】



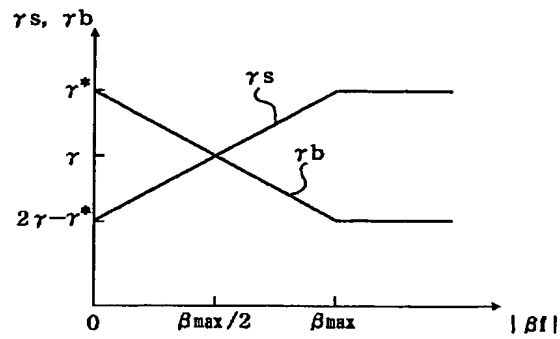
( 2 )



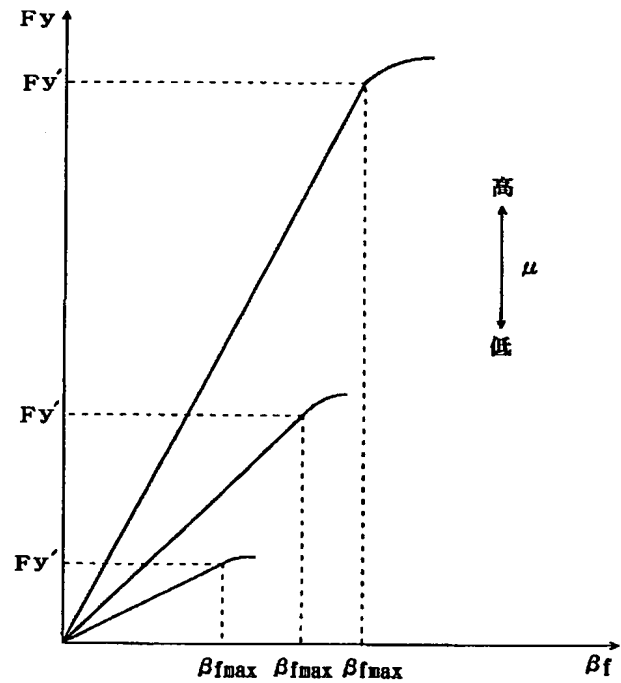
【図 2】



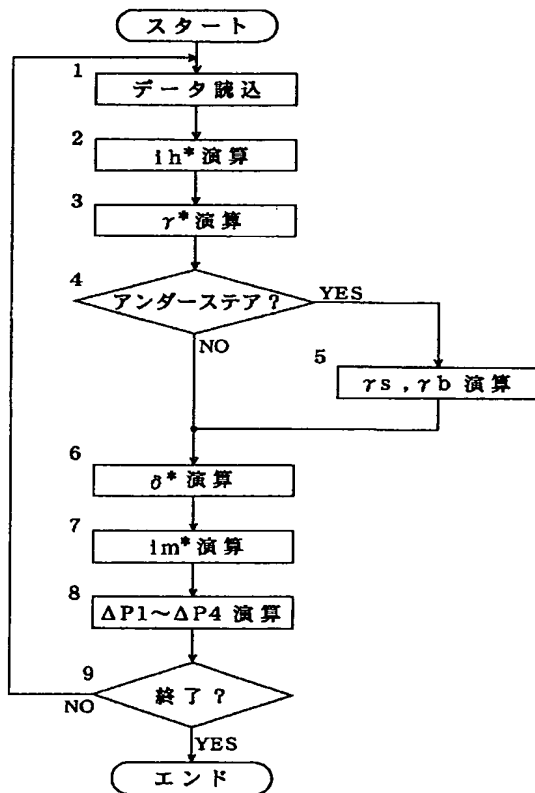
【図 5】



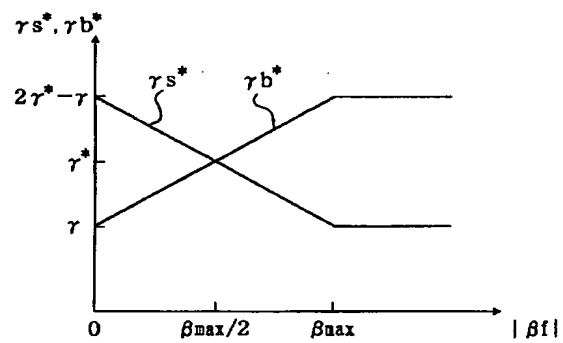
【図 6】



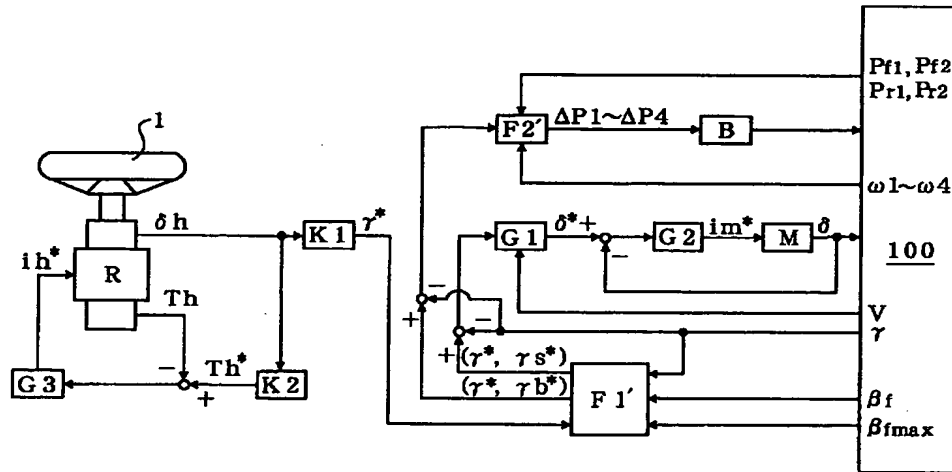
【図 7】



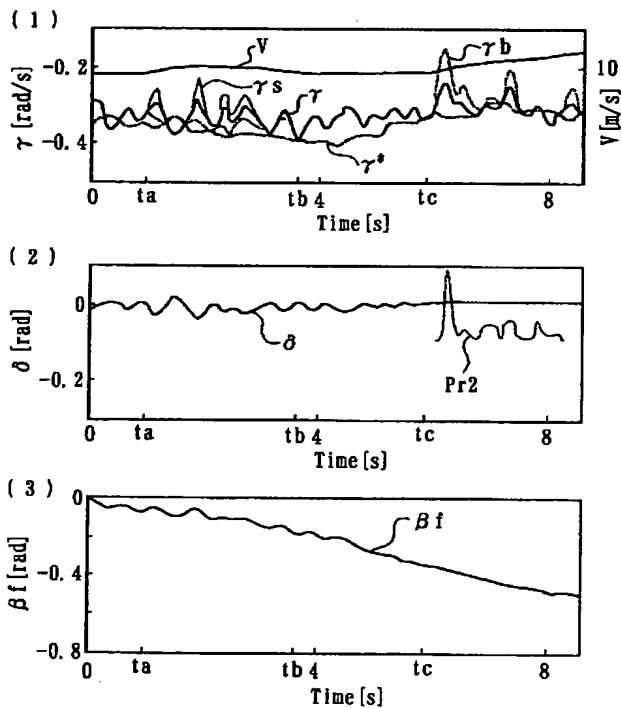
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターコッド (参考)

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

// B 6 2 D 101:00

101:00

113:00

113:00

119:00

119:00

137:00

137:00

(72)発明者 中野 史郎  
大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号  
光洋精工株式会社内  
(72)発明者 瀬川 雅也  
大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号  
光洋精工株式会社内  
(72)発明者 葉山 良平  
大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号  
光洋精工株式会社内

(72)発明者 加藤 和広  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号住友電  
工ブレーキシステムズ株式会社内  
Fターム(参考) 3D032 CC17 DA03 DA15 DA23 DA24  
DA33 DA52 DB11 DC31 DD02  
DD17 EA01 EB04 EC23 FF01  
GG01  
3D033 CA11 CA12 CA13 CA16 CA17  
CA21 CA27  
3D041 AA31 AA40 AB01 AD00 AD51  
AE00 AE41  
3D046 BB21 BB32 EE01 GG10 HH08  
HH16 HH21 HH36 KK12